



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the
following application as filed with this office.

Date of Application : December 3, 2001
Application Number : Patent Application No. 368213 of 2001
Applicant (s) : Hitachi, Ltd.

Dated this 18th day of January, 2002

Kouzou OIKAWA
Commissioner,
Patent Office
Certificate No. 2001-3117335



本 国 特 許 厅
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2 0 0 1 年 1 2 月 3 日

出 願 番 号

Application Number:

特願 2 0 0 1 - 3 6 8 2 1 3

[ST.10/C]:

[J P 2 0 0 1 - 3 6 8 2 1 3]

出 願 人

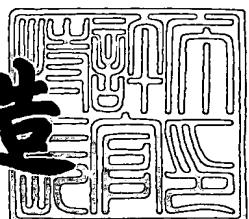
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2 0 0 2 年 1 月 1 8 日

特 訸 厅 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特 2 0 0 1 - 3 1 1 7 3 3 5

【書類名】 特許願
【整理番号】 NT01P1228
【提出日】 平成13年12月 3日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/66
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 高口 雅成
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 梅村 馨
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 常田 るり子
【発明者】
【住所又は居所】 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
【氏名】 荒牧 浩二
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所
【代理人】
【識別番号】 100068504
【弁理士】
【氏名又は名称】 小川 勝男
【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恵助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークソリューション分析方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

荷電粒子線を試料に照射して得られる回折像から試料の応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネットワークで結び、前記顧客は、ネットワーク端末を介して前記分析機関から技術的サービスを受けながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得して、前記計測データを前記分析機関へ送付するステップと、前記分析機関は、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前記測定結果を含む報告を確認するステップとを有して、前記プロセスを構成したことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【請求項2】

荷電粒子線を試料に照射して得られる回折像から試料の応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネットワークで結び、前記顧客からの発注に沿い、前記分析機関は、前記顧客とは前記ネットワークを介して連絡を取り合いながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得し、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前記測定結果を含む報告を確認するステップとを有して、前記プロセスを構成したことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【請求項3】

透過電子顕微鏡の電子回折像から半導体デバイスの応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネットワークで結び、前記顧客から試料の送付を受けて、前記分析機関は、前記顧客とは相互にネットワーク端末を介して連絡を取り合いながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得し、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前

記結果報告を確認し、前記分析機関からのサービス内容に応じた課金状況をネットワーク端末の画面を介して確認するステップとを有して、前記プロセスを構成したことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料分析技術に係り、特に、ネットワーク経由で試料分析を行なう試料分析方法および試料分析システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の分析評価業務は以下の形態を取っていた。まず、顧客から試料を仕様書と共に分析機関に送り、操作の専門家である分析担当者に分析してもらう。結果が出た時点でデータを顧客に郵送、もしくはメールで報告する。また、顧客が装置を有している場合は、分析機関の専門家が顧客の実験室に出張し、データ収集を代行する方法が取られていた。

【0003】

一方、分析装置をインターネット経由で外部から制御する技術の幾つかは既に市場に提供されている。例えば、「日本電子顕微鏡学会第55回学術講演会予稿集」(p181-182、1999年)に開示されている、大阪大学の超高圧電子顕微鏡におけるネットワークを介した遠隔操作が代表例である。本例では、電子顕微鏡に備えられた操作卓をさらに1式準備し、これを顧客側に設置する。この顧客側操作卓と電子顕微鏡はインターネットを介して接続されており、顧客は装置を遠隔操作できる。また、操作卓のほか、双方にテレビカメラとモニタが備えられ、これによりテレビ会議の要領で、双方で意思の疎通を図りながら操作を進めて行くことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

装置が大型かつ高価になるに従い、顧客で様々な分析装置を自前でそろえる際、設備投資や装置維持にかかる費用が増大し、操作の専門家の育成維持にも時間

と費用が増大するという問題があった。また、操作技術が高度化するに従い、分析技術はもとより、試料作製・前処理のような工程に対して、専門オペレータの育成に時間とコストがかかるようになってきた。

【0005】

従って、外部の分析機関に試料を送付し、分析を依頼することでこれらの費用を節減する手段が取られることがしばしばあるが、顧客と分析機関が物理的に離れているのが通常であるため、視野指定をはじめ、観察中に方針を決める必要がある場合は、顧客が分析機関に出向く必要があった。これは実用上、分析担当者は時間的制約を受け、装置の調子の良いときに必ずしも分析できないという問題を発生する。

【0006】

また、分析結果が出た際、結果は顧客にデータが送られるが、ここでさらに追加分析の要求が発生することがしばしばであるが、従来法では、結果データのやり取りと追加方針打ち合わせに時間がかかり、最終的に有益な情報を得るまでに時間がかかるという問題があった。

【0007】

一方で、顧客側に多くの優れた装置があるものの、操作や管理維持に専門的知識と技術を有する担当者が経済的もしくは時間的に揃えられないと言う問題がある場合も多い。この場合、分析機関から専門家を派遣、操作してもらう手段が取られるが、時間的制約や出張に伴う経済的負担が大きく、頻繁に利用できないという問題や即座の対応が受けられない等の問題があった。また、専門家がいない時間の装置運営（維持管理やメンテナンス）は顧客側で行わなければ成らないと言う問題があった。

【0008】

さらに、取得したデータが高度化・多様化するに従い、データ解釈も同時に複雑になってくる。このため、分析経験の浅い顧客においては、取得したデータから十分な情報を引き出せないという問題があった。

【0009】

そこで、本発明は、試料分析分野において、高速、かつ多角的な分析作業、分

析結果、および装置運営をサービスするネットワークソリューション分析方法及び分析システムを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記問題点を解決するためには、まず、試料分析に用いる分析機器・装置と、機器・装置操作を含め試料分析の専門家（分析担当者）を擁する試料分析機関と、顧客との間を通信回線を介してネットワークで結ぶ。ここで、試料分析機関の分析担当者と顧客とは、お互いにテレビ会議等を介して実時間で分析作業を進めていく。時には、顧客から分析機器・装置を遠隔操作で制御する。また、専門的知識の必要な装置メンテナンス等、装置運営上必要な動作をネットワーク経由で分析担当者は顧客にサービスする。

【0011】

また、データベース上に過去の取得データや解析事例を蓄積しておくことで、分析期間は顧客の取得したデータに解析や解釈を付与することができる。予め分析や作業に要した時間や操作の難易度、付加価値量等にしたがった料金体系が定められており、ネットワークに接続された課金計算機能により自動的に料金を割り出し、顧客には操作画面上でオンラインで連絡すると共に、顧客はその料金積算を勘案しながら操作依頼メニューを組み立てていく。

【0012】

従って、顧客は分析・作業内容によって料金が変化していく様子を即座に理解でき、その後の依頼内容を検討して行ける。最終的に、分析機関から連絡を受けた金融機関から顧客に戴せて請求し、料金を回収する。本システムにより、装置と操作専門技術、データ解析技術を共有化し、分析に要するコスト、時間を低減する。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

(実施例1)

図1に本発明の実施例として、分析機関1に各種装置があり、顧客2がネット

ワーク12を介して遠隔操作しながら分析を進めていくビジネス形態の一つを示す。

【0014】

分析装置、分析担当者10、依頼者11をネットワーク12で結び、双方にカメラ8やマイクを設置することにより、モニタ7やネットワーク端末16を用いたテレビ会議を通じて打ち合わせながら作業を進められるようになる。ここで、A分析装置3、B分析装置5とは、例えば、電子顕微鏡、質量分析計、光電子分光装置、プローブ顕微鏡、オージェ分光装置、磁気共鳴装置等の各種物理分析装置や半導体検査装置、クロマトグラフィ、DNAシーケンサ、血液分析装置等の各種化学分析装置や生化学検査装置、収束イオン照射装置やプラズマクリーナ等の試料作製・前処理装置、パソコン、スキャナ等の各種画像・データ処理装置、ハードディスクのような過去のデータを蓄積したライブラリ機能等を広く含むこととし、これにより総合的なキャラクタリゼーションを実現する。これらの制御は、現在、技術的には概ねPC制御できるようになって市場に提供されてきている。

【0015】

従って、A分析装置用制御コンピュータ4、B分析装置用制御コンピュータ6、ネットワーク端末16をネットワークシステム12でつなぎ、各々の間で共通のコマンドをテキスト送信することで、外部からの遠隔操作を可能とする。ここで、装置制御とは、試料の装置への出し入れ、真空排気、ビーム出しと予備調整・光学軸だし、焦点補正、非点補正、試料微動・傾斜、撮影、撮影データの保存とプリントアウト等を含む。装置を制御する操作卓9には、視野探し時に用いる試料ステージの微動機構や焦点合わせ、データ収集スタートボタンなど、操作が容易で優先度が高く、頻繁に用いる機能に関するボタンやつまみを載せることとし、簡単な操作を参加することで効率的な分析を実現する。

【0016】

これら装置制御は、ネットワーク端末16とは別の操作卓12で行うことも、ネットワーク端末画面上で、たとえばタッチパネル式の制御画面を準備することで行うこともできる。前者の場合は、予め顧客に操作卓を郵送する等の準備が必

要であるが、後者の場合、操作画面はソフトウェアであり、フロッピーディスク等の記憶媒体を郵送するか、ネットワーク経由で該ソフトウェアをインストーラとともに事前に顧客に伝送するため、準備が容易である。また、分析装置により操作内容が異なるため、異なった操作卓、もしくはソフトウェアを送ることが必要である。ソフトウェアの場合は、実施例2で述べる「操作画面」部分を分析装置毎に準備し、操作する際に呼び出すことも考えられる。

【0017】

ここで、例えば複数分析装置の活用例として、半導体検査装置や収束イオン照射装置でウエハまたはチップ上の不良部を探索し、該収束イオン照射装置で不良部分を摘出加工し、電子顕微鏡で形状観察する等の方法が考えられる。半導体検査装置や収束イオン照射装置間では不良ビット毎に座標データを共有しておくことにより、半導体検査装置で発見した不良箇所、いわゆるフェールビットマップから迅速に収束イオン照射装置で探し出し、加工工程に移ることができるようになる。

【0018】

ネットワークシステム12を管理するホストコンピュータには、以下に述べる課金計算機能13やライブラリ機能15を搭載する。予め、分析に要する時間や操作の難易度、貸し出し機器種類や受けたサービスに従った料金体系が定められており、ネットワークに接続された課金計算機能13により料金を割り出し、顧客には操作画面上でオンラインで連絡すると共に、顧客はその料金積算を勘案しながら操作依頼メニューを組み立てていく。

【0019】

サービス内容には、複数種類の装置制御、データ取得、データ解釈、データ解析、質疑応答、過去のデータの参考提示、装置の維持管理やメンテナンス作業、半導体製造などに対するソリューションの提供を含む。

【0020】

このほか、有償公開、即ち分析依頼項目によらず装置や分析専門家の時間貸しや、年間保守契約のような一括契約形態も料金体系に含め、課金を単純化することもできる。最終的に、課金計算機能13から連絡を受けた金融機関14から顧

客2に請求が成され、料金は回収される。予め顧客2から分析機関1に試料や仕様書を送付すること、さらに予備分析などを通じて費用の見積りを算出し、本分析前に見積書を作成、顧客にネットワークシステム12経由で報告する過程をも含む。

【0021】

図2には、契約・発注から実際の分析作業、課金までの顧客、分析機関、金融機関間でのやり取りを含む一連の工程に必要なアルゴリズム例を示した。ここではアルゴリズム全体を便宜上、契約/発注101、実作業102、課金103にグループ化して説明する。また、アルゴリズムは顧客、分析機関、金融機関についての行動内容を時系列的に並べて示した。

【0022】

不特定多数の顧客が利用できるシステムとして、インターネットを介したコミュニケーション法が考えられる。そこで、予め分析機関は顧客からの契約申込201を受けるためのWebサイト開設301を行っておく。該Webサイトに契約申込201の到着が確認された後、分析機関は金融機関に課金口座開設401を要請する。また、分析機関と顧客の間のリモート試料分析に関するコミュニケーションを実現させるために必要な物品、すなわち専用の制御画面や操作卓、TVカメラ、各種ソフトウェア、ハードウェアの取り扱い説明書、契約全般に関する契約説明書や料金表などを分析機関は顧客に送付302する。また、金融機関も顧客に開設した課金口座通知402を行う。

【0023】

顧客は、インターネット回線の通信環境設定202を行うと共に、分析機関も同様に通信環境設定303を実施する。ここで、通信のセキュリティを確保するため、制御画面を立ち上げる際には、予め分析機関から通知されたパスワードを入力することとし、パスワードを知らない第3者がむやみに制御画面を使用できないようにすることも重要である。こうして作業環境の整備が成された後、顧客は評価したい試料を選定し、評価内容を詳細に指示した分析仕様書を添えて分析機関に送付する(203)。

【0024】

これを見て、分析機関は大まかな予算の見積もりを発行すると共に、共同作業を行う分析日時通知304を行う。これを確認した後、顧客は正式発注204を行い、分析機関は受注した作業に対しての整理番号となる作業番号発行305を行う。これは金融機関と共有することで円滑な金銭授受を成り立たせることが出来るため、金融機関でも同様に作業番号発行403を行う。

【0025】

次に、上記分析日時となり、顧客、分析機関は上記取り扱い説明書に従って相互に通信によるコミュニケーションをとるものとする。ここでTV会議しながら打ち合わせ詳細内容決定205を行う。顧客の指示や一部ネットワーク経由で遠隔操作による参画を受けながら、分析機関は主体的に分析作業306を実施する。顧客は分析作業参加やライブラリ参照206により、刻々と得られて行くデータを考察し、方針を検討しながら金融機関に希望の分析方法を選択・指示・修正していく。分析機関は結果データ報告/送付307を行い、逐次データに関して打ち合わせ・結果の議論207をTV会議しながら進めて行く。

【0026】

ここで、データ報告/送付は迅速性が要求されることから、ネットワーク画面上での表示で進められる。また、データのセキュリティの観点からは、データはネットワーク上では暗号化するものとし、何らかの方法でネットワーク途中でデータを入手した第3者がデータを参照できないようにすることも重要である。

【0027】

上記結果の議論により、データに問題があったり、不十分である場合は再度分析作業の繰り返しとなるし、データが十分と判断される場合は作業を完了する。作業完了と成了った場合、分析機関は顧客と金融機関に対して料金計算/通知308を行う。尚、料金については常に顧客は、実施例2で示される図5の操作画面上にて費用画面部分でモニタでき、分析機関と相談し、自分のもつ予算に合わせて作業内容を絞りながら分析作業と並行に進めて行くことが望ましい。従ってここで料金計算/通知308は最終的な金額についての連絡であることが多い。これは通信画面を介しても良いし、郵送でも構わない。

【0028】

金融機関はこれを見て顧客に対して請求書発行404を行い、顧客はこれに従い金融機関に費用振込208を行う。金融機関は振りこまれた費用から手数料を差し引いた後、分析機関に費用振込405を行う。これを受け、分析機関は全ての作業の完了を確認し、顧客に完了通知発行309を行う。顧客もこれにより完了209を確認する。この時、送付302により借り受けていた各種ハード/ソフトウェアを分析機関に返却する場合が多いと考えられる。

【0029】

また、上記ライブラリ機能は、過去の分析データを蓄積していくことにより、これを参照した場合、類似例を見つけることにより同様の分析の2度手間を避けたり、分析方針立案の参考にできる。また、該ライブラリ機能は分析日時以外でも分析機関のWebサイト利用機能として常備しておき、会員制で平時より参照できるようにしても良い。ここではセキュリティの問題からパスワードを導入すること、公開できる情報を専門家がコーディネートして掲載するようにする。

【0030】

(実施例2)

ここでは、実施例1で述べた分析ビジネスにおいて、顧客側のネットワーク端末16に提供される操作画面の1つの例を図5を用いて示す。ここでは、Windowsパソコンで制御する「リモート分析システム」ファイルについての一例である。画面は4分割され、遠隔で操作する装置の「操作画面」、結果を表示する「結果画面」、チェックリストにより、課金を相談しながら決定していく、積算額がモニタできる「費用画面」、テレビ会議による質疑応答や装置運営、データ解釈等についてのコンサルタント等に用いる「モニタ画面」から構成した。

【0031】

「操作画面」は、前記した装置基本操作のためのつまみやボタン、計器などを配置し、タッチパネルもしくはマウスによるクリックで制御できるようとする。結果画面には、分析作業を通じて撮影した像や取得したスペクトルのほか、ライブラリ機能から検索してきた過去のデータや、分析機関の専門化が提示する様々なデータを表示する。

【0032】

このほか、経験のより豊かな分析機関の担当者は、取得したデータに対して解釈や解析を施し、自己の保有するデータベースに参照し、場合によっては複数の分析装置を駆使することで多角的な評価を行い、原因究明につながるソリューションを提示する。このとき、例えば「結果画面」に自己の見解を「報告書」の形で提示することとする。複数の分析装置を用いた場合、例えば「結果画面」の画面切替ボタンをクリックすることで、目的の分析装置のデータ画面に変えることができる。

【0033】

また、「費用画面」には、予め分析機関が提供する価格表が一覧で掲載され、分析機関と顧客が相談しながら作業内容を決めて行く際、該当項目にマーク、例えば項目に添えられたラジオボタンをマークしていくこと等により、費用を積算していく、合計金額が一目でわかるようにする。最終的に見積もり額が積算後、顧客は承認ボタンをクリックすることで費用を確定するほか、これにより別画面が開き、金融機関に対する支払いのための請求書送付連絡先や引き落とし口座等を入力できるようになる。

【0034】

「モニタ画面」は、カメラ8で映し出されるお互いの姿やデータを示す画面である。ここには、カメラ8のフォーカスやズーミングのほか、カメラ種類が複数ある場合はその切替ボタンなどを準備する。

【0035】

このように、ネットワーク端末の制御画面には、装置制御画面、データ表示画面、課金状況確認画面、テレビ会議モニタ画面を同時に分割表示してもよいし、また必要に応じて、このうちの任意の画面が表示されるよう構成してもよい。

【0036】

(実施例3)

図3には、顧客2が各種装置を有し、分析機関1からネットワークを介して操作やメンテナンスなどのサービスを提供し、分析を進めていく場合の実施例を示す。

【0037】

この場合のサービスには、分析データの取得と提供のほか、事前の試料作製・前処理、装置調整、メンテナンスや真密度モニタ、ビーム量調整、液体窒素補給、分析作業前ウォーミングアップ、冷陰極フィールドエミッショニ電子銃のフラッシング、装置操作やデータ解析・解釈に関するQ&A等のコンサルタント等、装置運営上必要な専門的行為を広く含めるものとする。実施例1同様、これらの操作はコンピュータ化されていることが前提であるが、ほとんどの項目について、現在技術的に可能である。

【0038】

ネットワークシステム12で用いる制御・通信コマンドをシステム全体で共通にすることで、顧客2と分析機関1を1対1関係に限定することなく、多数の顧客2が複数の分析機関1の様々な分析装置を利用できるようになる。これにより、1分析機関で有しない分析手法も利用可能となる。

【0039】

また、ネットワークシステム12上には大きなメモリ領域、即ちライブラリ機能を確保し、希望者はデータを掲載すると共に閲覧できるようにする。このように、システムが多くの参照データを提供できるようになることで、顧客2は過去の分析例を参考にしながらデータ収集の2度手間を省き、この結果、時間とコスト低減を図ることができる。

【0040】

ライブラリ使用料も時間やデータの機密性に応じて課金する。この顧客2がこのライブラリ機能を利用する際は、パスワードや登録番号などを示すことで、不特定多数がライブラリを利用・引用できないようにし、知的所有権を保全する。同様に、ここに示されるデータは予めロックをかけておくことにより、顧客が容易にコピーできないようにすることもできる。

【0041】

このように、本発明では、収集したデータをライブラリ機能のデータを照らし合わせ、また専門家の解釈や解析を仰ぐことで高度な情報を抽出できるようになる。

【0042】

図4には、契約・発注から実際の分析作業、課金までの顧客、分析機関、金融機関間でのやり取りを含む一連の工程に必要なアルゴリズム例を示した。ここでもアルゴリズム全体を便宜上、契約/発注101、実作業102、課金103にグループ化した。

【0043】

契約/発注101において、図2と図4のアルゴリズムの違いは、前者では試料に分析仕様書を添えて送付203していたのに対し、後者では分析仕様書のみ送付210する。これは装置が顧客側にあるからで、顧客は自ら試料を分析装置にセッティングする。

【0044】

実作業102において、はじめにTV会議しながら打ち合わせ詳細内容決定205を行う。次に分析機関は分析作業や装置の維持管理作業310を行う。ここでも分析作業は熟練技術を要した分析機関側が主体となって、ネットワークを介した遠隔操作にて顧客の有する装置を操作していく。顧客は分析作業参加やライブラリ参照206により、刻々と得られて行くデータを考察し、方針を検討しながら金融機関に希望の分析方法を選択・指示・修正していく点は、実施例1と同様である。TV会議を利用した打ち合わせと結果の議論207も同様であるが、本実施例の場合、分析機関は装置維持管理作業を行い、これに伴うコンサルタント311も行う。即ち、顧客により装置の性能を引き出すための維持管理、操作方法に助言を与えていくことが重要となる。こうして実作業102が完了すると、課金103に進む。ここでのフローは実施例1と全く同様である。

【0045】

上記実施例では、顧客2が装置を有している場合の例であったが、これは所有している装置のみならず、分析機関1や、図示されない分析機器メーカからのリース装置であってもビジネス形態として同様に成り立つ。すなわち、リースとすることで顧客2の負担は軽減し、その分分析費用に回したり、管理装置の種類や台数を増やせる等のメリットがある。従って、分析機関は遠隔操作や維持管理・コンサルタントの費用にリース費用を上乗せして請求する。この時の操作画面は図5で共用できる。

【0046】

このように、本発明では、自己の有しない装置による多角的分析を可能とする

【0047】

(実施例4)

上記実施例にて説明したコンサルタントについて具体例を示す。例えば、電子顕微鏡で高分解能像を撮影した場合の例を示す。高分解能像(格子像)は試料厚さやフォーカス条件で撮影される格子間隔が異なってくる。このため、原子配列モデルと撮影した像は簡単に比較できない。この場合、原子配列モデルと電子光学系を仮定したシミュレーションを行い、撮影した像の妥当性と解釈を行う必要がある。こうした技術は難易度が高く、分析機関にて撮影した像に解釈を施し、顧客にフィードバックするのが有効である。同様の目的で、高分解能像(格子像)をフーリエ変換し、その周期構造を示すパターン像と、電子回折像のデータベースを比較することにより、撮影した試料の結晶構造や格子面間隔、歪みや欠陥・転位の有無、材料の同定を行うことができる。

【0048】

また、試料に電子線を照射した場合、特性X線が発生するほか、試料を透過する、材料に起因したエネルギーロス特性を示すことから、電子線照射領域の物質同定や原子の結合状態などを調べることができる。一般にスペクトルデータには、目的の物質からの信号のほか、さまざまなバックグラウンドが含まれる。例えば、装置を形成する材料からのシステムピークや制動X線などの連続的なバックグラウンドが存在するし、試料中に幾つかの材料が含まれると、近接したピークのテール部分がお互いのピークのバックグラウンドになる。

【0049】

こうした場合、取得した生データからバックグラウンド減算する必要があり、ピーク強度から元素組成に定量化する際にはデータ変換が必要である。これらの処理は一般に初心者には難しいため、従来は解析ソフトを鵜呑みにして結果を出していたが、試料厚さや装置状態で結果が異なり、データの信頼度は低かった。このような場合、専門家による精密な解析が重要となり、ネットワークを介して

結果を相談しながら解析してもらうメリットは極めて大きい。

【0050】

(実施例5)

測定したデータから有益な情報を抽出するために、専門家に委託した解析がしばしば有効であることは既に述べてきた。例えば、近年の最先端半導体デバイス開発において、微細化と新材料・新構造導入に伴うシリコン結晶内部応力の増大とこれに伴う不良が問題となってきており、実測による現象の把握と応力低減プロセス確立が急務である。この場合、応力量が微小であり、微細な領域に局在していることから、試料作製、測定、解析、解釈ともに難しい問題であり、本発明におけるような専門家との連携によるソリューションの獲得は極めて有効な例となり得る。

【0051】

ここでは、透過電子顕微鏡（TEM）の電子回折像の測定と解析から、半導体デバイスの2次元応力分布を解析する例を説明する。先ず、図6を用いて、回折像から結晶の歪みや応力を測定する方法を説明する。

【0052】

電子線60が試料61に入射すると、電子線は結晶面で回折される。試料に歪みが無い場合の結晶面を結晶面(a)64と結晶面(b)65とし、応力により歪みが発生した結果、結晶面(b)65が歪み結晶面66に移動したものとする。各結晶面で回折された電子線は電子レンズ62で屈折し、この結果回折像63が形成される。

【0053】

ここで、歪みが無い場合の回折像における回折点間距離をaとする。結晶面間隔dと回折点間距離aは反比例の関係にある。従って、回折点間距離の変化量を Δa とすると、格子歪み $\Delta d/d = \Delta a/a$ の関係が成り立つ。また、応力Pは、歪み量に材料や結晶面の種類に固有な比例係数である弾性定数kを掛けたものであるため、 $P = k \cdot \Delta d/d = k \cdot \Delta a/a$ である。従って、回折像から歪み量や応力を測定できることが分かる。

【0054】

透過電子顕微鏡では、電子線を10nm以下に収束して照射し、図6のような回折像を観察できる。そこで、図7に示す形状、即ち、FIB (Focused Ion Beam) 等の一般に用いられている試料加工法で目的とするトランジスタ部分の断面方向から観察できる試料を加工する。

【0055】

典型的なトランジスタでは、素子分離層41で挟まれた領域のシリコン基板44上に、プラグ40、ゲート42が形成されており、図中の応力発生場43の結晶が大きく歪んでいる場合が多い。このような場合、基板深部は元々のシリコン結晶状態であることが多く、ここを格子間隔の基準点とし、図中に示したように複数の測定点に電子線を照射して回折像を取得する。

【0056】

次に、図中に示した測定点でも同様の測定を行うことで、基準点に対して、格子間隔の変化量を算出する。同時に、測定箇所を含む試料構造を表す拡大像を得しておく。

【0057】

こうして得られた拡大像上に、格子間隔の変化量、すなわち歪み量を定量化して、図8のように表示する。即ち、歪み量に比例した長さの歪み量強度表示用矢印31を構造像写真32上に書く。ここで、矢印の長さと歪み量の関係をスケールバー33にて明示する。ここでは、図示のように、基板平行方向、垂直方向の2方向の矢印をクロスさせており、クロスポイントが電子線照射位置を示す。また、内向きの矢印対が圧縮歪み、外向きが引張歪みを示すものとする。

【0058】

構造像写真82上には、基準点表示34も合わせて記載しておく。さらに、歪みと応力は比例関係にあることから、矢印長さを応力として表示することもできる。この場合、スケールバーは応力量を規定するものとする。結果の表示方法には他の例が考えられる。例えば、図8に示すデータをもとに、等しい歪みもしくは応力量を示す場所を等応力線でつなぐ方法や、応力値に応じて色分けして表示する方法等が有効であると考えられる。

【0059】

このように、応力解析はかなり複雑な処理が必要であるため、本発明におけるようなネットワークを介した専門家との連携が有効である。ここで進め方の一例を、図9のフローチャートで説明する。

【0060】

TEMを用いた評価の場合、はじめに試料を薄膜加工する必要がある。半導体デバイスで特定の不良ピット箇所を抜き取るために高精度な加工技術が求められるため、例えば処理500で示すように、顧客から分析機関に試料が送付される。そこで処理501に示すように、イオンビーム加工法等を用い、 $0.1 \mu m$ 以上の厚さに試料を薄膜加工する。試料加工時の応力緩和の点では、試料は厚いほうが望ましく、かつ、複数試料間で応力値を比較する場合は厚さを精度よく揃える必要がある。ここでも高精度な試料厚さ管理が重要である。出来た試料は再度顧客に送付され、処理502に示すように、電子顕微鏡の試料ステージに試料をセットし、処理503に示されるように、電子線を結晶面に対し厳密に平行入射するよう試料ステージで方位合わせをする。

【0061】

次に、回折像を撮像する。ここで、試料が傾斜していると回折点強度のアンバランスが発生し、回折点間距離測定の精度が下がることが分かっており、これを防ぐために方位合わせは必須である。こうして処理504に示すように微小かつ平行入射するナノプローブ電子線を形成し、処理505に示すように、投射レンズを調整することで、焦点の合ったカメラの受光面積に合った大きさの回折像を形成し、CCD等の画素検出器上に結像させる。回折点間距離を正確に測定するためには、受光面上でできるだけ回折点が離れていることが望ましく、例えば正方形の受光面を持ったCCDで回折像を撮像する際は、間隔を測定される回折点ペアを受光面の対角線上に並ぶように、試料を回転するか、投射レンズを調整して回折像を回転するか、画素検出器を回転させることにする。

【0062】

こうしてナノディフラクション法による回折像を撮影した後、処理506に示されるように、試料への照射条件を変え、電子ビームを広げ、TEMの拡大像で視野を確認し、次に測定点を探す。ここで、結晶試料と電子線の相対位置を変化

させる。目的視野位置に電子線を振ってもよいが、ステージで電子線経路上に視野を移動させる方が回折像の歪み等を防ぐ点で望ましい。処理507に示されるように、電子ビームを収束し、歪みや応力がゼロと考えられる点、例えば基板深部にて回折像(Diff.像)を回折像の基準(reference)として撮影する。

【0063】

こうして拡大像と回折像を相互に切り替え観察を繰り返していく、処理508に示すように目的点数を満足した後は、処理509に示すように、顧客からデータを分析機関に送付し、分析機関では取得した回折像の解析を行い、結晶の有する特性、すなわち歪みや応力を求める工程に移る。

【0064】

まず、処理510に示すように、目的の回折点間距離を測定し、基準値からのずれを求ることで歪み量 $\Delta d/d$ を算出する。次に、処理511に示すように、元素や結晶構造、結晶面ごとに異なる弾性定数を歪み量に掛けることで、応力を算出する。例えば、シリコンの(220)面の場合、弾性定数 $k = 1300 \text{ MPa}$ 、シリコンの(002)面の場合、弾性定数 $k = 1700 \text{ MPa}$ である。即ち、シリコンの(220)面で回折点が0.1%シフトしていた場合、応力は130MPaであることが分かる。最後に、処理512に示すように、歪みや応力の2次元分布を可視化した後、処理513のように、顧客に報告し、最終的な課金状況を確認し、本作業を終了する。

【0065】

こうした一連の評価作業において、処理503、504、505は難度の高い調整作業であり、ネットワークを介した分析機関のサポートによって実現する。さらに、ネットワークを介して、分析機関が直接顧客側に設置された装置を調整してもよい。

【0066】

また、データ取得後の解析も難度が高いため、ここでは結果を顧客が分析機関に一度送ることで、分析機関が解析とディスプレイ全般を受け持つことにした。この場合も、難度や作業量に応じた課金が成されることはあるまでもない。

【0067】

本実施例のように、高度な解析や画像処理については、測定、解析ごと顧客は分析機関に依頼することもある。この場合、フローチャートは図10のようになる。

【0068】

即ち、処理500で顧客から分析機関に試料が送付される。そこで処理501に示すように、イオンビーム加工法等を用い、 $0.1 \mu m$ 以上の厚さに試料を薄膜加工する。この後、図9に示す実施例のように試料を顧客に送ることなく、処理502に示すように、分析会社内の装置にセットされる。この後の処理503から処理508までは、図9に示す実施例では分析会社と相談しながら顧客自らで対応していたのに対し、図10実施例では、隨時顧客とネットワークを介して相談しながら、分析会社が進めていく点が異なる。

【0069】

処理508で目的点数測定が完了したことを確認した後は、引き続き分析会社で処理510から処理512までの解析作業に入る。最後に処理513で、顧客に報告し、最終的な課金状況を確認し、本作業を終了する。

【0070】

課金は受けたサービスの質や量によって細かく規定される。例えば、図7に示した分析点の点数や、解析画面の数で変化する。また、顧客主体で作業を進める図9に示すフローより、分析機関主体で作業を進める図10の場合の方が金額が高い。この他、サンプリングの難易やコンサルタントの回数、データベース利用回数や利用した分析機器の種類、ネットワークを接続した時間が昼間か深夜、分析期間の応対者の熟練度等にも課金状況は変化する。これらの料金体系は、図5に示した「費用画面」で確認できるものとする。

【0071】

以上、本発明を整理すれば、次のようになる。

【0072】

1) 分析機関の有する複数の分析装置と複数の顧客がネットワークで結ばれた状態で、分析機関は分析装置を遠隔装置制御してデータ取得する工程、ネットワーク端末上の制御画面上で分析機関から受けるサービス内容に応じた課金状況と

取得データを顧客が確認し、装置制御に参加するための制御ソフトを提供する工程、ネットワークを介して分析機関が顧客に回答書を提示する工程、分析結果の課金状況に応じて顧客が振り込んだ費用を金融機関から回収する工程を含むことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0073】

2) 顧客の有する複数の分析装置と分析機関がネットワークで結ばれた状態で、分析機関は分析装置を遠隔装置制御してデータ取得する工程、ネットワーク端末上の制御画面上で分析機関から受けるサービス内容に応じた課金状況と取得データを顧客が確認し、装置制御に参加するための制御ソフトを提供する工程、ネットワークを介して分析機関が顧客に回答書を提示する工程、課金状況に応じて顧客が振り込んだ費用を金融機関から回収する工程を含むことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0074】

3) 前記1)又は前記2)記載の構成において、双方に設置されたテレビカメラの信号を伝達することで、分析機関と顧客間でオンライン会議を可能とすることを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0075】

4) 前記1)又は前記2)記載の構成において、サービス内容には、複数種類の装置制御、データ取得、データ解釈、データ解析、質疑応答、過去のデータの参考提示、装置の維持管理やメンテナンス作業、半導体製造に対するソリューションの提供を含むことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0076】

5) 前記1)又は前記2)記載の構成において、制御画面には、装置制御画面、データ表示画面、課金状況確認画面、テレビ会議モニタ画面に分割表示、もしくはこのうちの任意の画面が表示されることを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0077】

6) 前記1)又は前記2)記載の構成において、分析装置には、電子顕微鏡、質量分析計、光電子分光装置、プローブ顕微鏡、オージェ分光装置、磁気共鳴装

置、半導体検査装置、クロマトグラフィ、DNAシーケンサ、血液分析装置、化学分析装置、生化学検査装置、収束イオン照射装置、プラズマクリーナ、試料加工装置、試料前処理装置、パソコン、スキャナ、画像処理装置、データ処理装置、ハードディスク、記憶媒体装置を含むことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0078】

7) 前記1)又は前記2)記載の構成において、遠隔装置制御には、事前の試料作製・前処理、試料の装置への出し入れ、真空排気、加速電圧印加、ビーム出し、予備調整・光学軸だし、焦点補正、非点補正、試料微動・傾斜、データ撮影・取得、データの保存と管理、結果のプリントアウトを含むことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0079】

8) 前記1)又は前記2)記載の構成において、ネットワークは、メモリ領域を有し、過去の分析データを蓄積し、顧客からの要請に応じて該分析データを開示するライブラリ機能を有することを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0080】

9) 前記8)の構成において、ライブラリ機能は、顧客のネットワーク端末からパスワードや登録番号を入力することで利用できるライブラリ管理機能を有することを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0081】

10) 前記1)又は前記2)記載の構成において、装置の維持管理やメンテナンス作業には、真空度モニタ、ビーム量調整、液体窒素補給、分析作業前ウォーミングアップ、冷陰極フィールドエミッショングローブのフラッシングを含むことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0082】

11) 前記1)又は前記2)記載の構成において、遠隔装置制御には、顧客に提供された専用の操作卓もしくはネットワーク端末にインストールされた専用制御ソフトウェアにより成されることを特徴とするネットワークソリューション分

析方法。

【0083】

12) 前記2)の構成において、顧客の有する分析装置は、分析機関もしくは分析機器会社もしくは金融機関から貸与された装置であり、借用費用が該分析機関もしくは分析機器会社もしくは金融機関に支払われることを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0084】

13) 前記1)又は前記2)記載の構成において、回答書には、取得したデータに解釈や解析結果を付加したり、ライブラリ機能から呼び出した関連データを記載したり、他分析装置の結果を併記する工程を含むことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0085】

14) 前記1)又は前記2)記載の構成において、データ取得する工程には、半導体検査装置や収束イオン照射装置でウエハまたはチップ上の不良部を探索し、収束イオン照射装置で不良部分を摘出加工し、分析装置にて分析することを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0086】

15) 荷電粒子線を試料に照射して得られる回折像から試料の応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネットワークで結び、前記顧客は、ネットワーク端末を介して前記分析機関から技術的サービスを受けながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得して、前記計測データを前記分析機関へ送付するステップと、前記分析機関は、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前記測定結果を含む報告を確認するステップとをして、前記プロセスを構成したことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0087】

16) 荷電粒子線を試料に照射して得られる回折像から試料の応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネットワーク

で結び、前記顧客からの発注に沿い、前記分析機関は、前記顧客とは前記ネットワークを介して連絡を取り合いながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得し、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前記測定結果を含む報告を確認するステップとを有して、前記プロセスを構成したことと特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0088】

17) 透過電子顕微鏡の電子回折像から半導体デバイスの応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネットワークで結び、前記顧客から試料の送付を受けて、前記分析機関は、前記顧客とは相互にネットワーク端末を介して連絡を取り合いながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得し、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前記結果報告を確認し、前記分析機関からのサービス内容に応じた課金状況をネットワーク端末の画面を介して確認するステップとを有して、前記プロセスを構成したことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0089】

18) 荷電粒子線を試料に照射して得られる回折像から試料の2次元応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネットワークで結び、前記顧客は、ネットワーク端末を介して前記分析機関から技術的サービスを受けながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得して、前記計測データを前記分析機関へ送付するステップと、前記分析機関は、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記2次元応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前記結果報告とサービス内容に応じた課金状況とを確認するステップとを有して、前記プロセスを構成したことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0090】

19) 荷電粒子線を試料に照射して得られる回折像から試料の2次元応力分布を測定するプロセスにあって、顧客と分析機関との間を通信回線を介してネット

ワークで結び、前記顧客からの発注に沿い、前記分析機関は、前記顧客とは前記ネットワークを介して連絡を取り合いながら、前記試料の回折像を含む計測データを取得し、前記試料の回折像を含む計測データを解析して前記2次元応力分布を測定し、その結果を前記顧客に報告するステップと、前記顧客は、前記分析機関からの前記結果報告とサービス内容に応じた課金状況とを確認するステップとを有して、前記プロセスを構成したことを特徴とするネットワークソリューション分析方法。

【0091】

【発明の効果】

本発明は、装置と操作専門技術を顧客と分析機関で共有化し、分析に要するコスト、時間を低減することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例1を説明する図。

【図2】

図1に示すビジネス形態を実現するための手順例を示すフロー図。

【図3】

本発明の実施例3を説明する図。

【図4】

図3に示すビジネス形態を実現するための手順例を示すフロー図。

【図5】

分析作業を進めるための遠隔操作をサポートする操作画面の一例を示す図。

【図6】

電子線が試料を透過する際の回折を示す図。

【図7】

本発明の実施例5に用いられる半導体デバイスの例を示す断面図。

【図8】

本発明の実施例5における表示の一例を示す図。

【図9】

本発明の実施例5における応力分布を求めるフローチャート図。

【図10】

本発明の実施例5における応力分布を求めるフローチャート図。

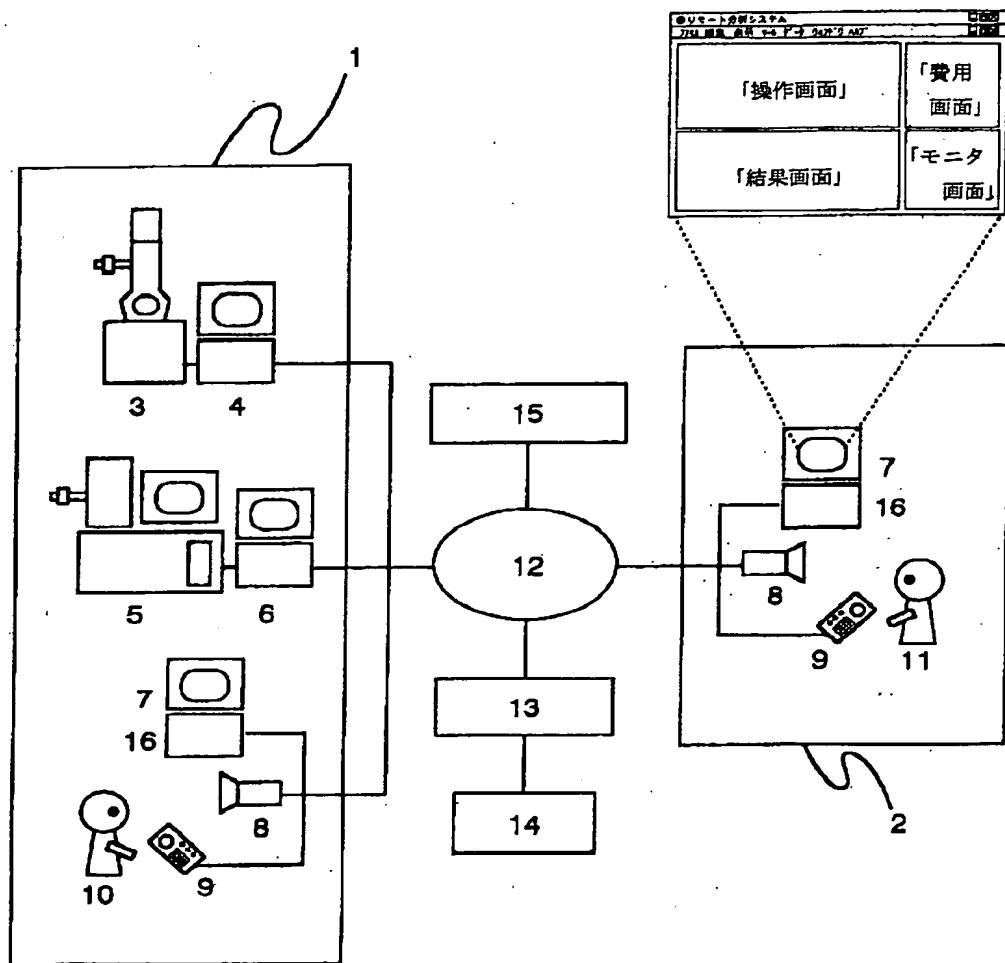
【符号の説明】

1：分析機関、2：顧客、3：A分析装置、4：A分析装置用制御コンピュータ、5：B分析装置、6：B分析装置用制御コンピュータ、7：モニタ、8：カメラ、9：操作卓、10：分析担当者、11：依頼者、12：ネットワークシステム、13：課金計算機能、14：金融機関、15：ライブラリ機能、16：ネットワーク端末、31：歪み量強度表示矢印、32：構造像写真32、33：スケールバー、34：基準点表示、40：プラグ、41：素子分離層、42：ゲート、43：応力発生場、44：シリコン基板、60：電子線、61：試料、62：電子レンズ、63：回折像、64：結晶面(a)、65：結晶面(b)、66：歪み結晶面。

【書類名】 図面

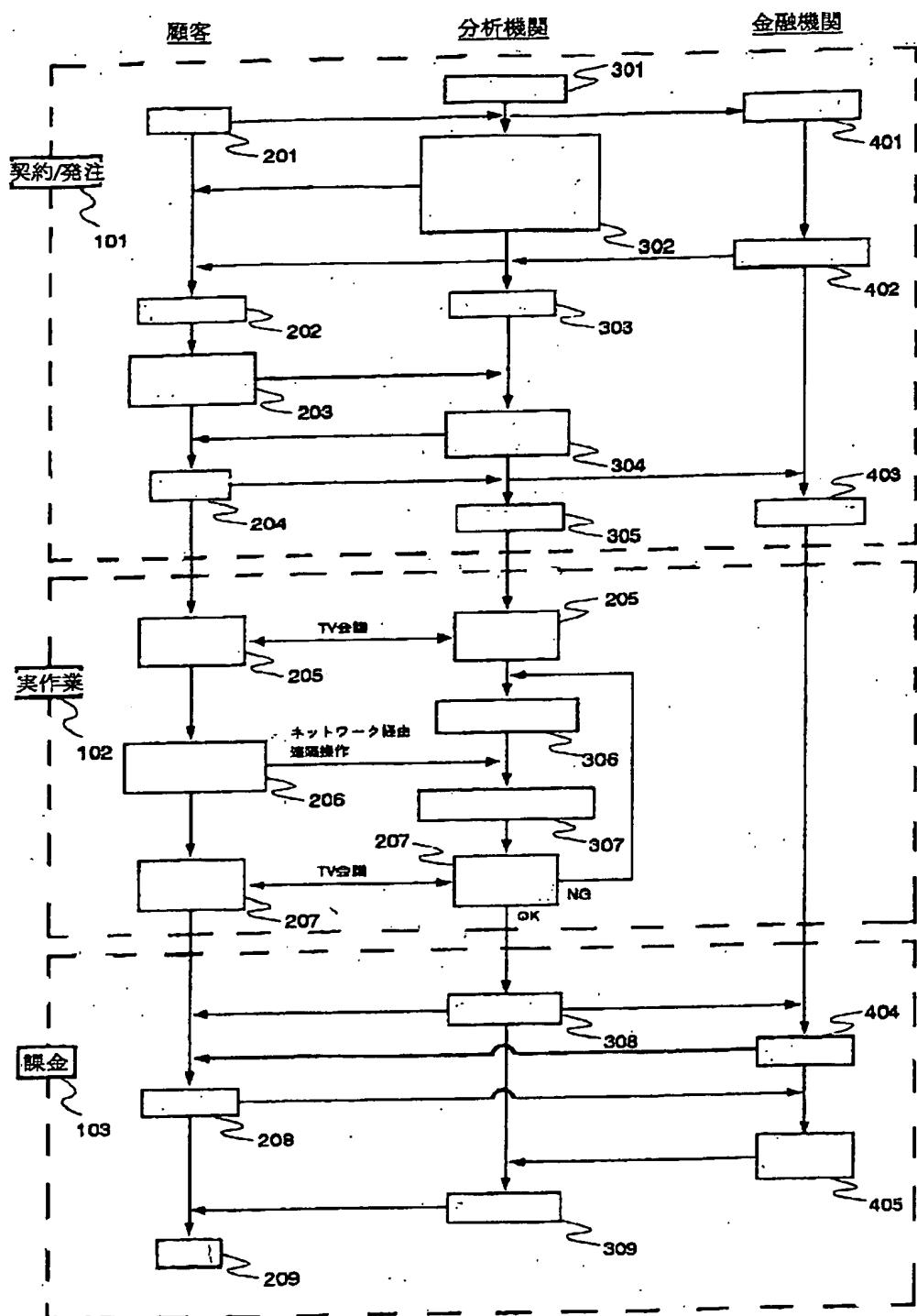
【図1】

図1



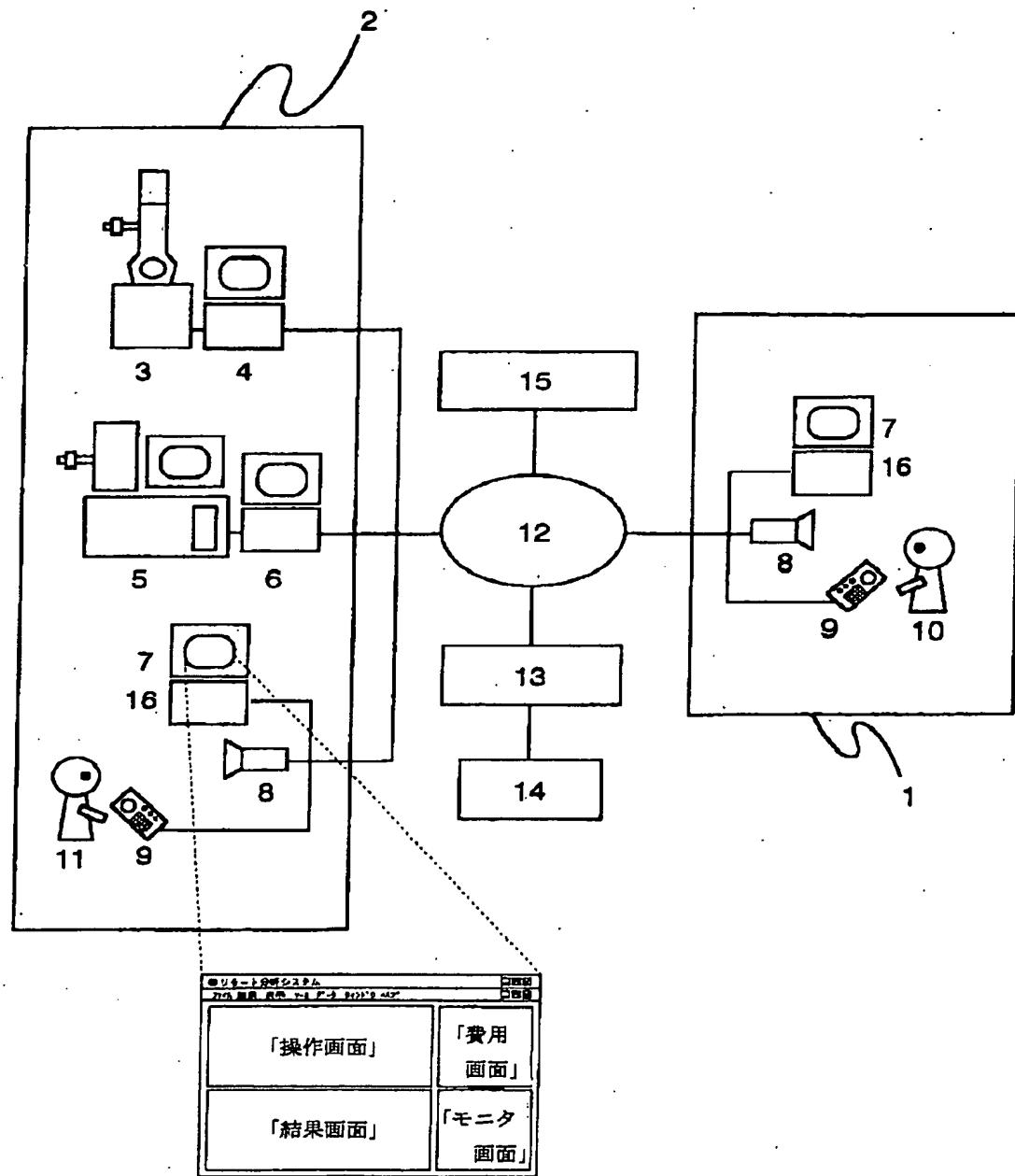
【図2】

図2



【図3】

図3



【図4】

図4

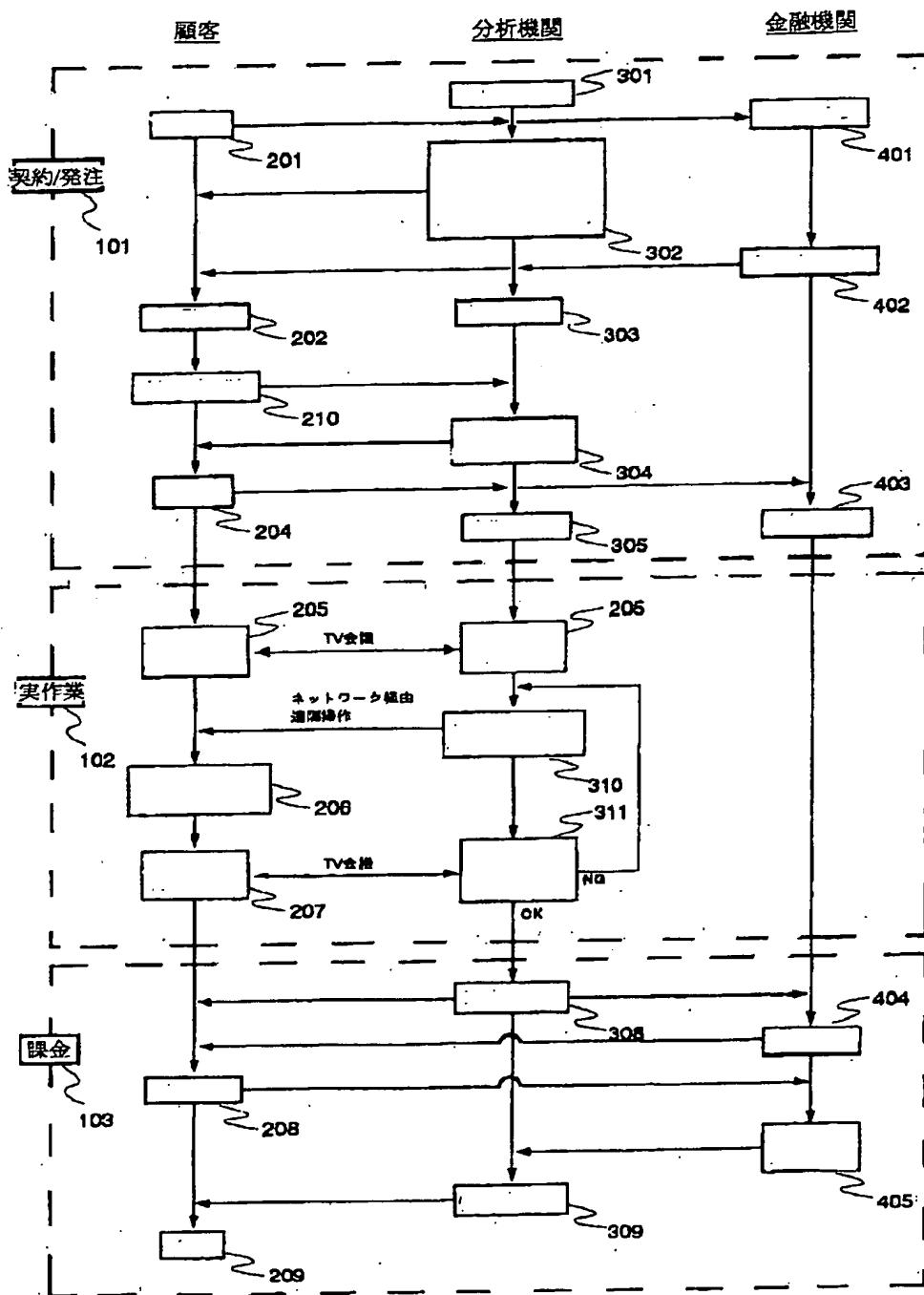
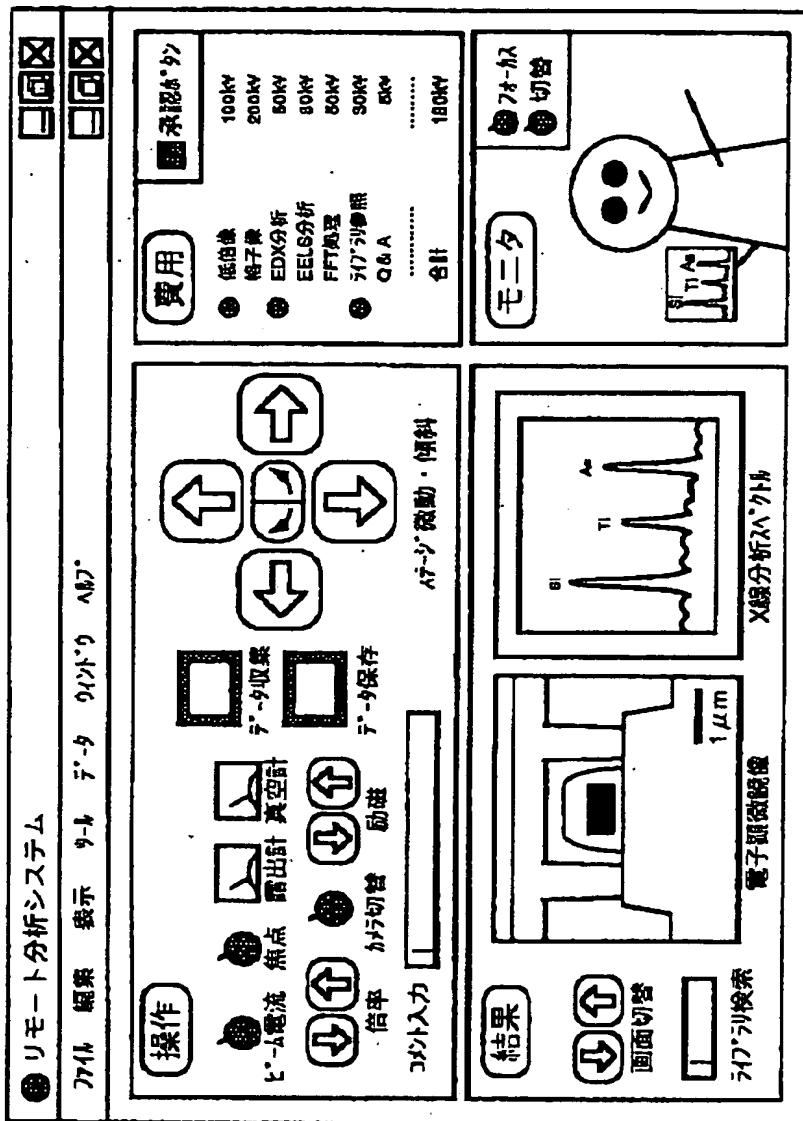


図5

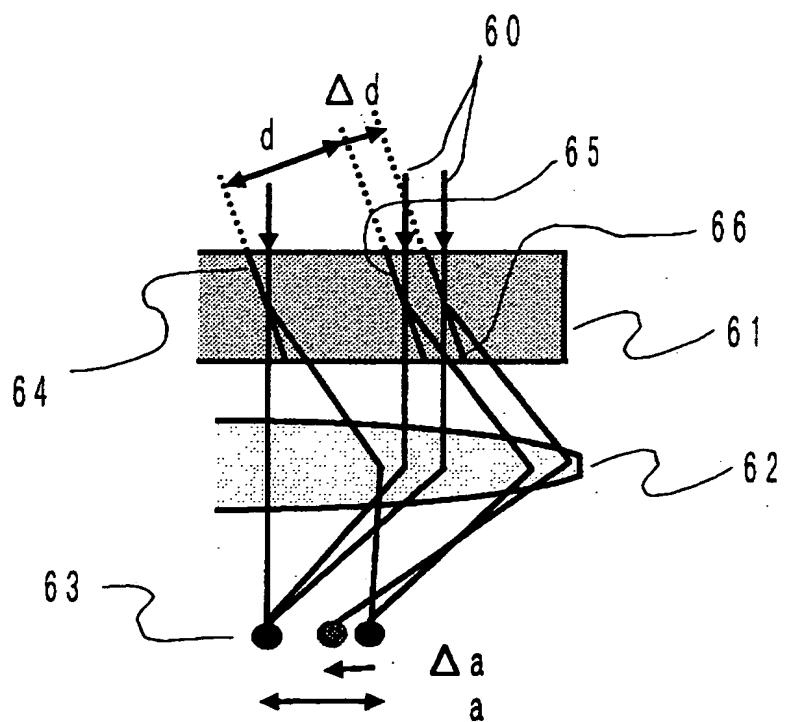
【図5】



7

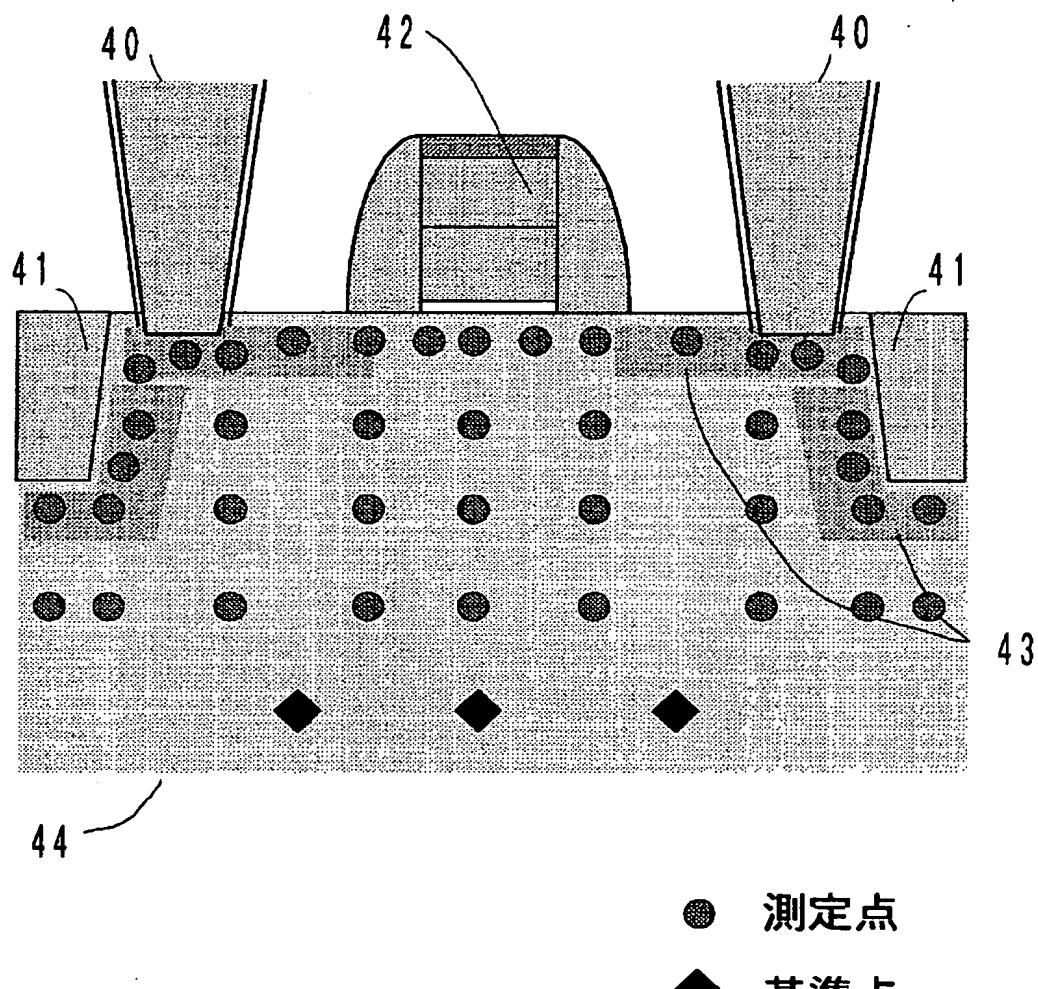
【図6】

図6



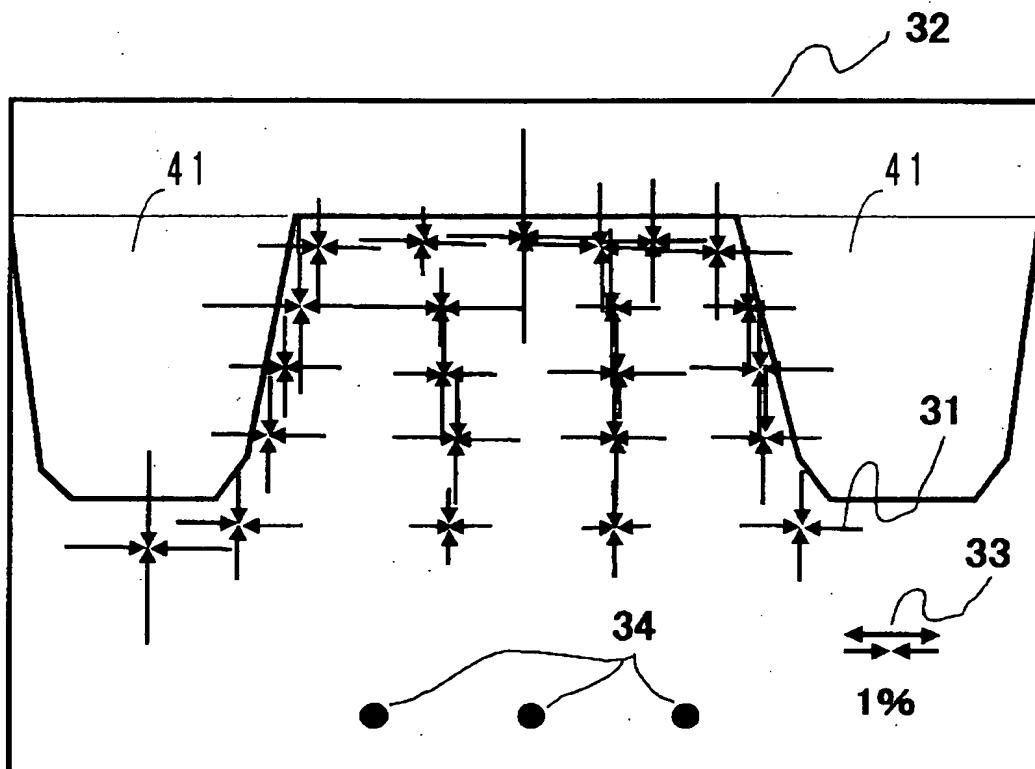
【図7】

図7



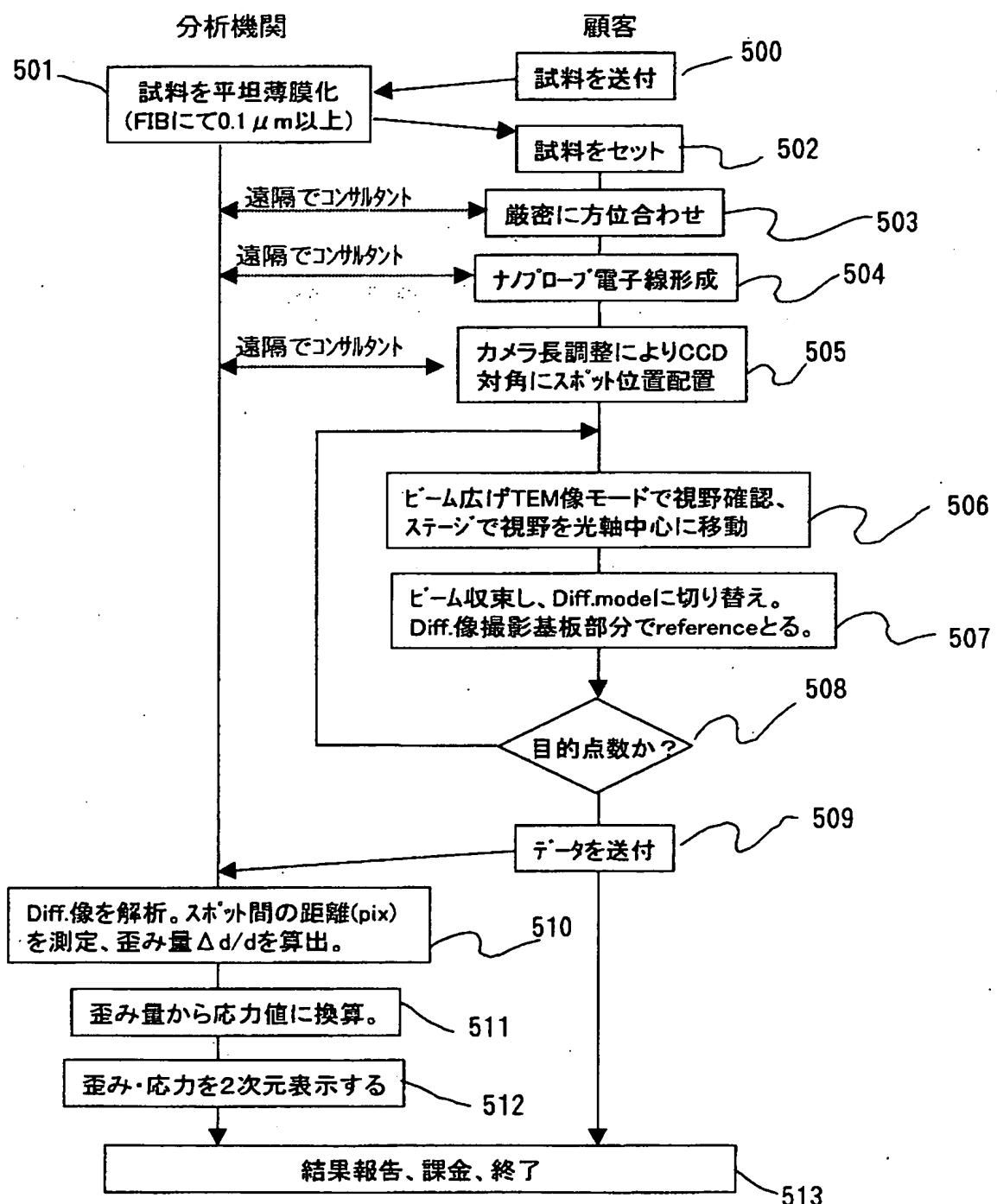
【図8】

図8



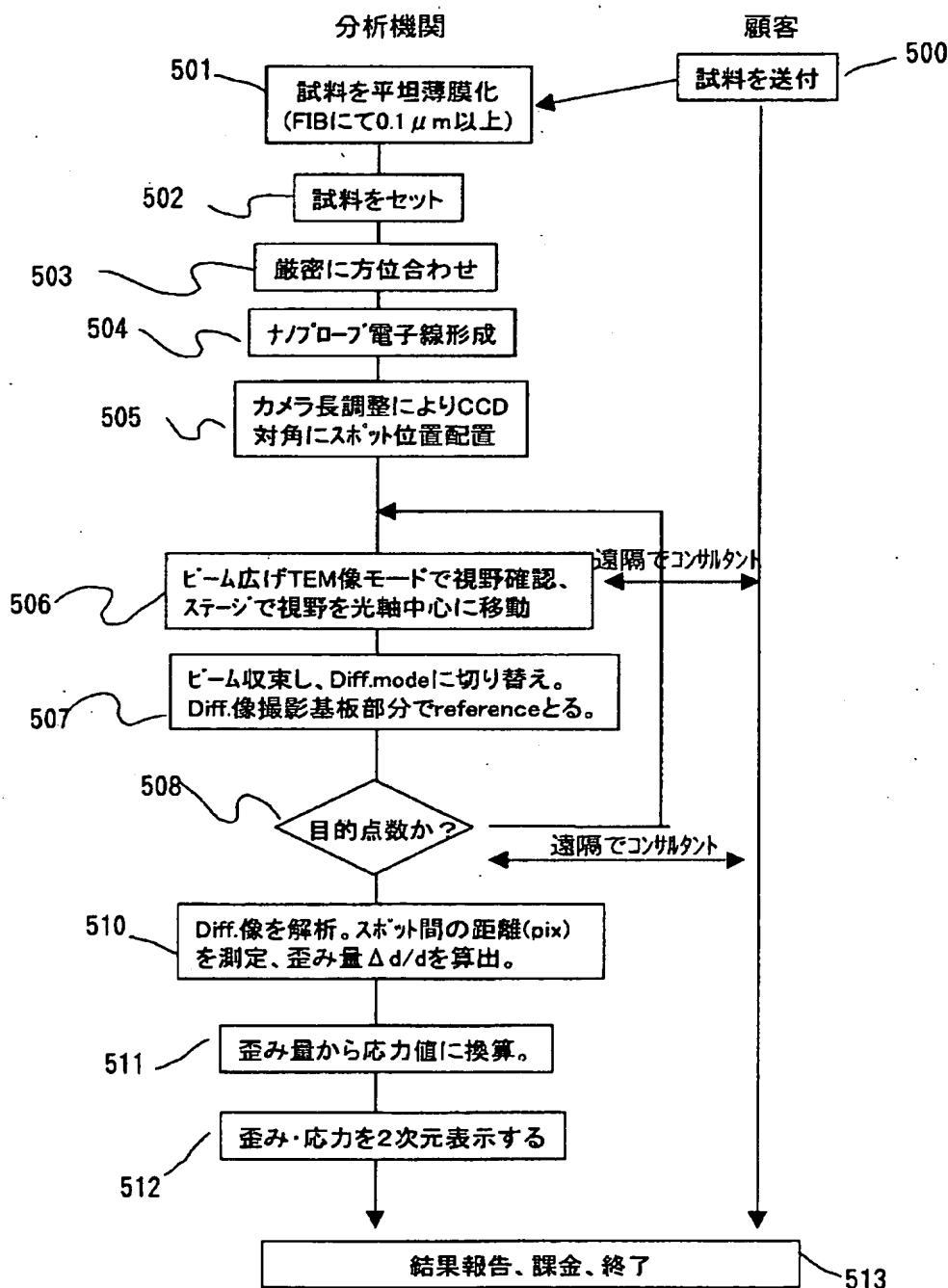
【図9】

図9



【図10】

図10



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

高速かつ多角的な分析作業・結果と装置運営をサービスするソリューションビジネスを提供することを目的とする。

【解決手段】

顧客（2）や分析機関（1）の有する装置をネットワーク（12）で介し、共通のコマンドで制御できるようにする。分析機関（1）は高度な操作や装置運営にかかる作業、習得したデータの解釈・解析を提供する。顧客（2）はテレビ会議を通じてオンラインで分析作業に参加する。ネットワークのホストコンピュータには、分析装置（3、5）や操作内容に従った料金体系が設定され、分析作業の進捗に伴いオンラインで課金状態を顧客に提示し、最終的に要したコストを金融機関（14）を介して回収する。また、ホストコンピュータにはライブラリ機能（15）を具備し、過去のデータや文献などを保存、閲覧できるようにする。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所